



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 43 887 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 01 W 1/14**  
G 01 N 21/41  
G 01 N 21/94

②1 Aktenzeichen: 199 43 887.0  
②2 Anmeldetag: 14. 9. 1999  
④3 Offenlegungstag: 23. 3. 2000

DE 199 43 887 A 1

⑥6 Innere Priorität:  
198 42 063. 3 15. 09. 1998  
⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Mueller-Fiedler, Roland, Dr., 71229 Leonberg, DE;  
Sautter, Helmut, Dr., 71254 Ditzingen, DE; Bernhard,  
Winfried, 70839 Gerlingen, DE; Mueller, Andre, Dr.,  
70839 Gerlingen, DE; Mueller, Lutz, 70839  
Gerlingen, DE; Schink, Rainer, 71229 Leonberg, DE

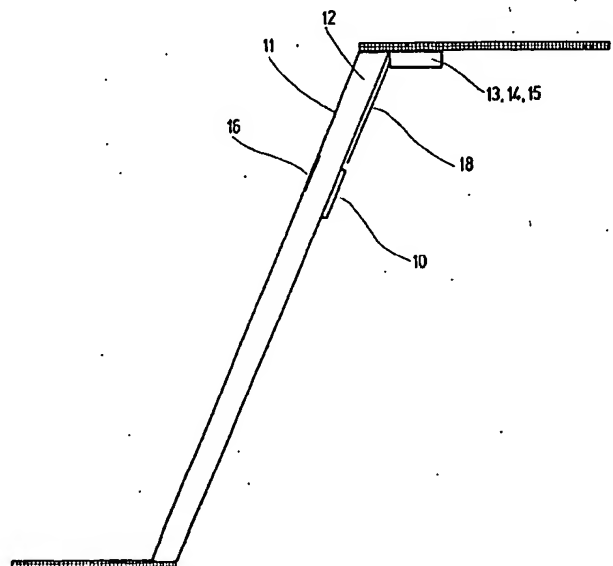
**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab

⑤4 Optischer Sensor

⑤7 Die Erfindung betrifft einen optischen Sensor zur Erfassung einer Benetzung einer Oberfläche (11), insbesondere einer Kraftfahrzeugscheibe, mit wenigstens einem Sender (13) und wenigstens einem Empfänger (15) für elektromagnetische Wellen, wobei die Oberfläche in einem Sensorbereich (16) zwischen dem wenigstens einen Sender (13) und dem wenigstens einen Empfänger (15) angeordnet ist und die Ausbildung einer Benetzung auf dem Sensorbereich (16) der Oberfläche (11) eine Signaländerung bewirkt.

Es ist vorgesehen, daß der optische Sensor ein lichtführendes Element (18) aufweist, in dem die elektromagnetischen Wellen bidirektional in den Sensorbereich (16) und aus dem Sensorbereich (16) geleitet werden, wobei im Sensorbereich (16) ein Retroreflektor (10) so angeordnet ist, daß er die vor der Oberfläche (11) reflektierten elektromagnetischen Wellen zur Oberfläche (11) und von dort zum lichtführenden Element (18) zurückführt.



DE 199 43 887 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen optischen Sensor zur Erfassung einer Benetzung auf einer Oberfläche mit den im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Merkmalen.

## Stand der Technik

Optische Sensoren der gattungsgemäßen Art sind bekannt. Diese dienen beispielsweise, der Steuerung einer Licht- und/oder Scheibenwischanlage von Kraftfahrzeugen. Hierbei erfolgt eine Meßwerterfassung im wesentlichen nach einem optoelektronischen Prinzip. Dabei wird Licht aus dem sichtbaren Bereich oder dem Infrarotbereich von der Innenseite der Windschutzscheibe in diese eingekoppelt. An der nicht benetzten Außenfläche wird das Licht reflektiert und gelangt zu einem Empfänger. Um den Wirkungsgrad zu erhöhen, erfolgt die Einstrahlung so, daß an der Außenseite Totalreflexion erfolgt. Durch die Benetzung der Außenfläche mit Wasser wird die Totalreflexion gestört. Allen bekannten Lösungen ist gemeinsam, daß die Ein- und Auskopplung der elektromagnetischen Wellen an räumlich deutlich voneinander getrennten Stellen erfolgt und daß das Sensorelement und die Auswerteelektronik in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht sind.

Eine fehlerfreie Signalerfassung kann dabei nur erfolgen, wenn der optische Sensor in einem Bereich der Windschutzscheibe angebracht ist, der durch die Scheibenwischanlage gereinigt wird. Deshalb muß der Sensor bei manchen Fahrzeugtypen im Abstand von bis zu 15 cm vom oberen Rand der Windschutzscheibe angebracht werden. Nachteilig ist hierbei, daß das Sensorgehäuse in diesen Fällen ins Blickfeld des Fahrers gelangt und aufgrund seiner mangelnden Transparenz als störend empfunden wird. Eine Miniaturisierung ist nicht möglich, da zur rechtzeitigen Detektion einer Benetzung, beispielsweise durch einsetzenden Regen, ein Sensorbereich von zirka 4 bis 5 cm<sup>2</sup> notwendig ist.

## Vorteile der Erfindung

Der erfindungsgemäße optische Sensor mit den Merkmalen des Hauptanspruchs hat insbesondere den Vorteil, daß der Sensorbereich nicht unmittelbar bei der Auswerteelektronik angeordnet werden muß. Dadurch, daß das Licht zwischen dem wenigstens einen Sender und dem wenigstens einen Empfänger bidirektional über ein lichtführendes Element zu dem Sensorbereich geführt wird, wobei im Sensorbereich ein Retroreflektor angeordnet ist, kann der Sensorbereich entfernt von dem Sender beziehungsweise Empfänger angeordnet werden. Die Reflexion des Sensorsignals erfolgt an dem Retroreflektor, der vorzugsweise aus einem transparenten Material geformt ist. Die aus technischen Gründen nicht aus einem transparenten Material herstellbaren Sensorbestandteile, insbesondere der Sender und der Empfänger, können nun, bei einer bevorzugten Anwendung als Regensensor, außerhalb des Blickfeldes des Fahrers angeordnet werden. Damit kann das optische Erscheinungsbild des Sensors, insbesondere bei dessen Einsatz als Regensensor in Kraftfahrzeugen, unauffälliger gestaltet werden. Ferner ergibt sich ein gemeinsamer Einkoppel- beziehungsweise Auskoppelpunkt des Lichts.

Vorteilhafte Ausführungsformen für das lichtführende Element sind mono- oder multimodige Lichtwellenleiter aus Glas oder Kunststoff, einzeln oder in gebündelter Form. Des weiteren Platten oder geeignete geformte Körper aus Glas oder Kunststoff, die so geformt sind, daß sie Licht führen können. Zur Optimierung der Lichtführung ist es dabei vorteilhaft, eine Beschichtung auf das lichtführende Element

aufzubringen, die einen um mindestens einige Prozent geringeren Brechungsindex als das lichtführende Element besitzt. Dadurch findet die zur Lichtführung notwendige Totalreflexion nicht an der Oberfläche des lichtführenden Elementes, sondern an der Grenzfläche zwischen der Beschichtung und dem Kernmaterial des lichtführenden Elementes statt. Ferner kann die Zu- und Rückführung des Lichts über einen gemeinsamen oder über getrennte Lichtleiter, die neben- oder übereinander angeordnet sind, erfolgen.

Für die Einkopplung des Lichtstrahls vom lichtführenden Element in die Windschutzscheibe und umgekehrt ist ein Koppellement vorgesehen, das vorzugsweise auch einteilig mit dem lichtführenden Element ausgebildet sein kann. Dabei wird der Lichtstrahl derart umgelenkt, daß dieser mindestens mit dem Grenzwinkel der Totalreflexion auf die Grenzfläche der Oberfläche trifft. Vorteilhafte Ausführungsformen können dabei Krümmer, Prisma oder eine aufgeraute Unterseite des lichtführenden Elementes sein.

Die Reflexion des Lichtstrahls erfolgt vorteilhafterweise über prismatische Reflektoren. Diese können bevorzugt als Mikrostrukturen mit Abmessungen zwischen 2 µm und 100 µm in Kreissegmenten oder in Streifen angeordnet sein. Anstelle eines prismatischen Reflektors ist auch ein reflektierender Farbstoff oder in Kunststoff eingelagerte Glaskugeln einsetzbar. Ist eine Transparenz nicht erforderlich, können die Prismen bevorzugterweise durch Spiegelflächen ersetzt werden, insbesondere durch Hohlspiegelsegmente, die den Lichtstrahl auf den Auskoppelpunkt fokussieren.

Des weiteren kann die Reflexion über ein Hologramm realisiert werden, das auf die Scheibe aufgebracht wird oder beispielsweise in Form einer Folie in die Windschutzscheibe eingeklebt wird. Dadurch ergibt sich ein mechanischer Schutz des Hologramms und die Windschutzscheibe muß an der Innenfläche nicht beklebt werden. Außerdem kann die Hologrammfolie an der Oberfläche der Windschutzscheibe keine Lichtreflexionen verursachen, wodurch sie für den Fahrer weniger sichtbar und damit weniger störend ist.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die in der Windschutzscheibe angeordnete Klebefolie in einem geeigneten Bereich selbst als Hologrammfolie auszubilden. Besonders vorteilhaft ist weiterhin, daß das vorliegende Sensorprinzip in leicht abgewandelter Form für den Nachweis von verschiedenartigen Meßsubstanzen, als Flüssigkeit, Aerosol, in Lösung oder in gasförmiger Form, verwendet werden kann. Hierbei wird in dem Sensorbereich eine Substanz aufgebracht, die in Gegenwart der Meßsubstanz mit einer Änderung der Brechzahl oder der Farbe reagiert. Die hieraus resultierende Brechung, Absorption oder Reflexion des Lichtstrahls im Sensorbereich führt zu einer Signaländerung, die im Empfänger registriert werden kann. In dieser Ausführungsform können Retroreflektor und der Träger der sensiblen Substanz bevorzugt als eine Baueinheit ausgebildet werden.

Weiterhin ist vorteilhaft, daß durch die räumliche Trennung von Elektronik und Retroreflektor ein schädigender Einfluß der Meßsubstanz auf die Bauelemente der Elektronik vermieden werden kann, da der Kontakt mit der Meßsubstanz hierbei nur über den Sensorbereich erfolgt. Das Material des Trägers kann bevorzugterweise Glas oder ein transparenter Kunststoff sein. Wesentlich dabei ist, daß dieser Körper eine Fläche aufweist, an der es zur Totalreflexion kommt.

Die erfindungsgemäße Konstruktion ermöglicht es, daß im Bereich der primären Meßwerterfassung deutlich weniger Bauelemente vorhanden sein müssen. Daher ist auch eine größere Variationsbreite der Sensorenform und Baugröße gegeben.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen ergeben sich aus

den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

### Zeichnungen

Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** eine schematische Gesamtansicht der Anordnung eines optischen Sensors an der Windschutzscheibe eines Kraftfahrzeugs;

**Fig. 2** eine Detailvergrößerung gemäß **Fig. 1**;

**Fig. 3** eine weitere Anwendung des optischen Sensors;

**Fig. 4a bis 4c** verschiedene Ausführungen eines Koppel-elementes;

**Fig. 5a und 5b** verschiedene Ausführungen eines Prismen-Retroreflektors;

**Fig. 6a bis 6d** verschiedene Ausführungen des Retroreflektors und

**Fig. 7a und 7b** verschiedene Ausführungen des Lichtleiters.

**Fig. 8a und 8b** Schnitt und Draufsicht auf eine Windschutzscheibe im Sensorbereich.

### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

**Fig. 1** zeigt in einer schematischen Gesamtansicht die Anordnung eines optischen Sensors an einer Windschutzscheibe **12** eines Kraftfahrzeugs. Hierbei sind ein Retroreflektor **10** und ein lichtführendes Element **18** an der Innenseite der Windschutzscheibe **12** beispielsweise durch Klebung montiert. Die Oberfläche **11** der Außenseite der Windschutzscheibe **12**, an der in noch zu erläuternder Weise Licht reflektiert wird, definiert einen Sensorbereich **16**. Ein Gehäuse **14** zur Elektronik, die wenigstens einen Sender **13** und wenigstens einen Empfänger **15** umfaßt, befindet sich räumlich entfernt von dem Retroreflektor **10** und ist damit dem Blickfeld eines Fahrers entzogen. Die Elektronik ist beispielsweise in dem Fuß eines Innenrückblickspiegels integriert.

**Fig. 2** zeigt in einer schematischen Teilschnittansicht den optischen Sensor als Regensensor an der Windschutzscheibe **12** eines Kraftfahrzeugs. Die Elemente des Sensors, das lichtführende Element **18** und der Retroreflektor **10**, sind an der Innenseite der Windschutzscheibe **12** angebracht. Das lichtführende Element **18** leitet hierbei das Licht, das von dem wenigstens einen Sender erzeugt wird, über ein Koppel-element **20**, wobei dort das Licht derart umgelenkt wird, daß mindestens der Grenzwinkel der Totalreflexion an der äußeren Glasgrenzfläche erreicht wird. Das Licht wird dann über den prismatischen Retroreflektor **10** und über die äußere Oberfläche **11** der Scheibe **12** zurückgeführt und tritt wiederum über das Koppel-element **20** in das lichtführende Element **18** ein und wird von diesem zu dem wenigstens einen Empfänger **15** geführt. Ist der Sensorbereich **16** mit einer Flüssigkeit benetzt, kommt es zu einer Erhöhung der Brechzahl in diesem Bereich, was zu einer Intensitätsverminderung des reflektierten Lichtstrahls an dem Empfänger **15** führt, da die Totalreflexion im Sensorbereich ausbleibt. Die vorliegende Ausführung ermöglicht es, die Signalverarbeitung räumlich getrennt von dem Sensorbereich **16** durchzuführen.

Die **Fig. 3** zeigt in einer schematischen Teilschnittansicht eine leicht abgewandelte Ausführungsform, die für den Nachweis verschiedenartiger Substanzen genutzt werden kann. Die Lichtwellenführung erfolgt hierbei in gleicher Weise, wie in der in **Fig. 2** beschriebenen Ausführung. Der Sensorbereich **16** ist hier mit einer sensoraktiven Substanz

**24** beschichtet. Die Gegenwart einer Meßsubstanz, die vorzugsweise als Flüssigkeit, Aerosol, in Lösung oder in gasförmiger Form vorliegt, kann zu einer Änderung der Brechzahl oder der Farbe im Sensorbereich **16** führen. Dieser Effekt kann beispielsweise über eine chemische Reaktion oder Komplexierung erreicht werden. Daraus resultiert wiederum eine Intensitätsänderung des reflektierten Lichtstrahls am Empfänger **15**. Der Retroreflektor **10** und ein Träger **22** des Sensormaterials können hierbei zu einer Einheit vereinigt werden.

Die **Fig. 4a bis 4c** zeigen in einer schematischen Schnittansicht drei verschiedene Ausführungsformen des Koppel-elementes **20**. Das parallel zur Oberfläche des Trägers **22** beziehungsweise der Windschutzscheibe **12** über das lichtführende Element **18** herangeführte Licht wird hier derart reflektiert, daß mindestens der Grenzwinkel der Totalreflexion an der äußeren Grenzfläche erreicht wird. Alternative Ausführungsformen sind dabei ein Krümmer **26** (**Fig. 4a**), ein Prisma **28** (**Fig. 4b**) oder eine Strukturierung **30** des Lichtleiters **18** (**Fig. 4c**) durch Aufrauung oder Einprägen von gitterartigen Strukturen. Diese Strukturierung kann auf der Unter- oder der Oberseite des Lichtleiterendes angebracht sein, und zwar so, daß sie dem Träger **22** beziehungsweise der Windschutzscheibe **12** zugewandt ist, wobei hier Verluste in der Lichtintensität in Kauf genommen werden müssen.

Die **Fig. 5a und 5b** zeigen in perspektivischen Ansichten des Retroreflektors **10** zwei alternative Ausführungsformen. In **Fig. 5a** sind hierbei die für die Reflexion notwendigen Prismen **40** in kreisförmigen Segmenten angeordnet. **Fig. 5b** weist dagegen eine streifenförmige Anordnung der Prismen **42** auf. Die Abmessung dieser Mikrostrukturen (Prismen) kann dabei vorzugsweise zwischen  $2\text{ }\mu\text{m}$  und  $100\text{ }\mu\text{m}$  liegen.

In den **Fig. 6a bis 6d** sind weitere alternative Ausführungen des Retroreflektors in schematischen Schnittansichten dargestellt. Die **Fig. 6a und 6b** zeigen Spiegelsegmente **32** und Hohlspiegelsegmente **34**, die das Licht auf den Auskoppelpunkt fokussieren. Die Spiegelflächen müssen hierbei zumindest teilweise metallisiert werden, und daher ist diese Ausführungsform auf Anwendungen begrenzt, in denen keine Transparenz gefordert ist. Zur Reflexion des Lichtstrahls können auch in einem Kunststoff eingelagerte Glaskugeln **36** oder ein reflektierender Farbstoff genutzt werden, wie es schematisch in **Fig. 6c** dargestellt wird. In **Fig. 6d** erfolgt die Reflexion über ein schematisch dargestelltes Hologramm **38**, das als Platte, Folie oder flache Glasscheibe aufgebracht wird.

In den **Fig. 7a und 7b** sind zwei alternative Ausführungen des Lichtleiters **18** dargestellt. Die Zu- und Rückführung des Lichtstrahls, der beispielsweise an dem schematisch dargestellten kreissegmentförmigen Retroreflektor reflektiert wird, kann hierbei in zweierlei Weise erfolgen. Entweder liegen getrennte Lichtleiter **18** vor, die neben- oder übereinander angeordnet sind (**Fig. 7a**), oder der Lichtstrahl wird über einen gemeinsamen Lichtleiter zum Koppel-element **20** geleitet, wobei vor dem Sender **13** bzw. dem Empfänger **15** ein Strahlteiler **50** angeordnet ist.

In **Fig. 8a** ist eine Windschutzscheibe **12** im Schnitt und in **Fig. 8b** eine Windschutzscheibe **12** in Draufsicht schematisch dargestellt.

Soll als Licht zur Detektion ein infrarotes Licht (IR) verwendet werden, so muß die in der Windschutzscheibe **12** angeordnete IR-undurchlässige Klebefolie **40** im Sensorbereich **16** ausgespart sein, um den Durchtritt des Detektionslichts zu gewährleisten.

In der Windschutzscheibe **12**, insbesondere in einem Teil dieser Aussparung **42** befindet sich das Hologramm **38**, der

übrige Teil bleibt leer oder wird mit einer IR-durchlässigen Klebefolie ausgefüllt. Das IR-Licht tritt in die Windschutzscheibe 12 ein, wird im IR-durchlässigen Bereich der Aussparung 42 durchgelassen, an der Oberfläche der Windschutzscheibe 12 totalreflektiert, am Hologramm 38 in die Eintrittsrichtung reflektiert und nach nochmaliger Totalreflexion an der Oberfläche der Windschutzscheibe 12 durch den IR-durchlässigen Bereich der Aussparung 42 in den Empfänger 15 geführt.

#### Patentansprüche

1. Optischer Sensor zur Erfassung einer Benetzung einer Oberfläche (11), insbesondere einer Kraftfahrzeugscheibe, mit wenigstens einem Sender (13) und wenigstens einem Empfänger (15) für elektromagnetische Wellen, wobei die Oberfläche in einem Sensorbereich (16) zwischen dem wenigstens einen Sender (13) und dem wenigstens einen Empfänger (15) angeordnet ist und die Ausbildung einer Benetzung auf dem Sensorbereich (16) der Oberfläche (11) eine Signaländerung bewirkt, **dadurch gekennzeichnet**, daß der optische Sensor ein lichtführendes Element (18) aufweist, in dem die elektromagnetischen Wellen bidirektional in den Sensorbereich (16) und aus dem Sensorbereich (16) geleitet werden, wobei im Sensorbereich (16) ein Retroreflektor (10) so angeordnet ist, daß er die von der Oberfläche (11) reflektierten elektromagnetischen Wellen zur Oberfläche (11) und von dort zum lichtführenden Element (18) zurückführt.
2. Optischer Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das lichtführende Element (18) ein Lichtwellenleiter ist, der insbesondere aus Glas oder Kunststoff besteht.
3. Optischer Sensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das lichtführende Element (18) einen einzelnen Lichtwellenleiter oder ein Bündel von Lichtwellenleitern aufweist.
4. Optischer Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das lichtführende Element (18) ein mono- oder multimodiger Lichtwellenleiter ist.
5. Optischer Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das lichtführende Element (18) eine Platte oder ein anderer geeigneter geformter Körper ist, der das Licht führen kann.
6. Optischer Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das lichtführende Element (18) getrennte Lichtwellenleiter für die zu- und Rückführung der elektromagnetischen Wellen aufweist.
7. Optischer Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Retroreflektor (10) aus Prismen (40, 42) gebildet wird.
8. Optischer Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Retroreflektor (10) aus Spiegelsegmenten (32) oder Hohlspiegelsegmenten (34) gebildet wird.
9. Optischer Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Retroreflektor (10) aus einem als Platte oder Folie bestehenden Hologramm (38) gebildet wird.
10. Optischer Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Retroreflektor (10) aus in Kunststoff gelagerten Glaskugeln oder einem reflektierenden Farbstoff gebildet wird.
11. Optischer Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die

Anordnung der reflektierenden Segmente des Retroreflektors (10) kreissegmentförmig oder streifenförmig ist.

12. Optischer Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Retroreflektor (10) aus einem optisch transparenten Material geformt wird.

13. Optischer Sensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das lichtführende Element (18) ein Koppellement (20) aufweist, mittels dem eine Umlenkung der elektromagnetischen Wellen auf den Sensorbereich (16) erfolgt.

14. Optischer Sensor nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Koppellement (20) aus einem Krümmer (26), Prisma (28) oder durch Strukturierung (30) der Oberfläche des lichtführenden Elementes gebildet wird.

15. Optischer Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine sensoraktive Substanz (24) im Sensorbereich (16) aufgebracht wird, die in Gegenwart einer Meßsubstanz ihre Brechungszahl oder Farbe ändert.

16. Optischer Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Koppellement (20) und das lichtführende Element (18) eine Baueinheit bilden.

17. Optischer Sensor nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Retroreflektor (10) und ein Träger (22) der Meßsubstanz (24) eine Baueinheit bilden.

18. Verwendung eines optischen Sensors nach einem der Ansprüche 1 bis 14 als Regensensor an Kraftfahrzeugen.

19. Verwendung eines optischen Sensors nach einem der Ansprüche 15 bis 17 als Sensor für verschiedenartige Substanzen, die als Flüssigkeit, Aerosol, in Lösung oder in gasförmiger Form vorliegen.

20. Optischer Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Retroreflektor (10) innerhalb der Windschutzscheibe (12) angeordnet ist.

21. Optischer Sensor nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Hologramm (38) innerhalb der Windschutzscheibe (12) angeordnet ist.

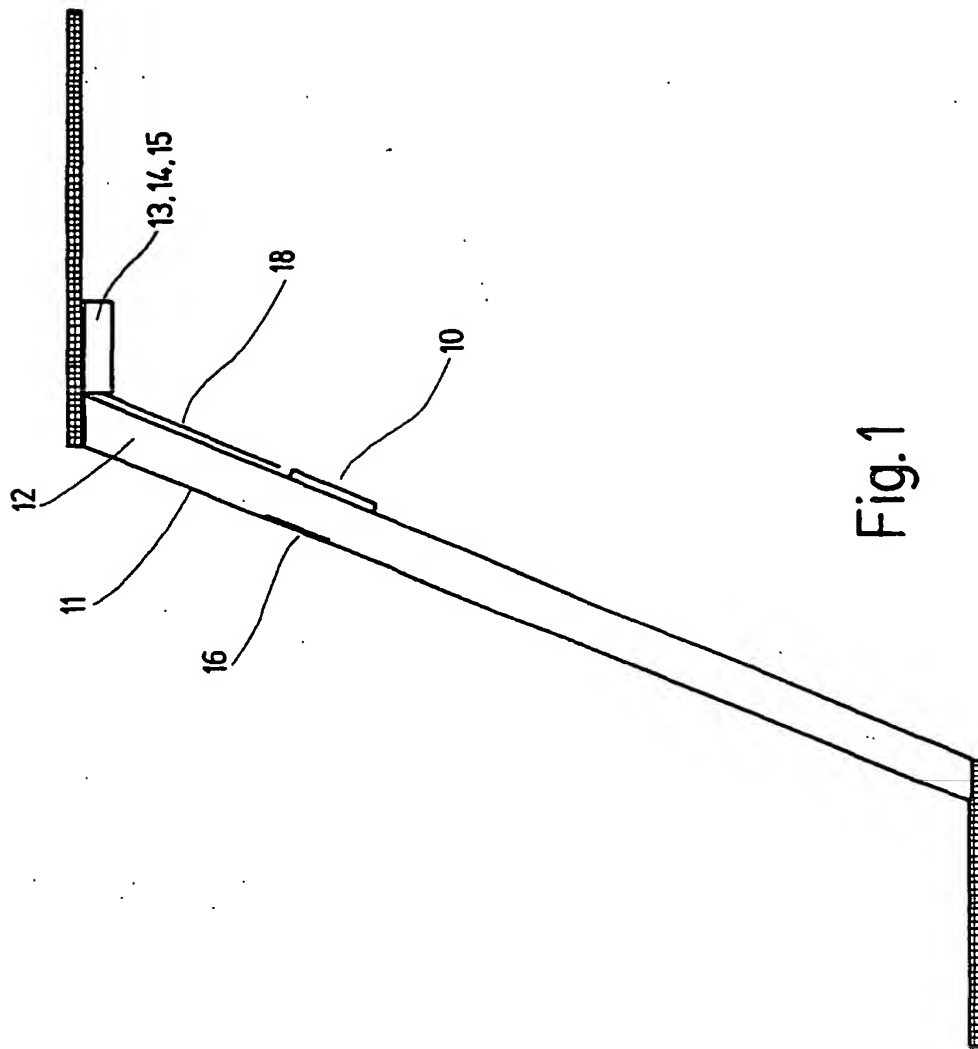
22. Optischer Sensor nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Windschutzscheibe (12) angeordnete Klebefolie (40) zumindest teilweise selbst als Hologramm (38) ausgebildet ist.

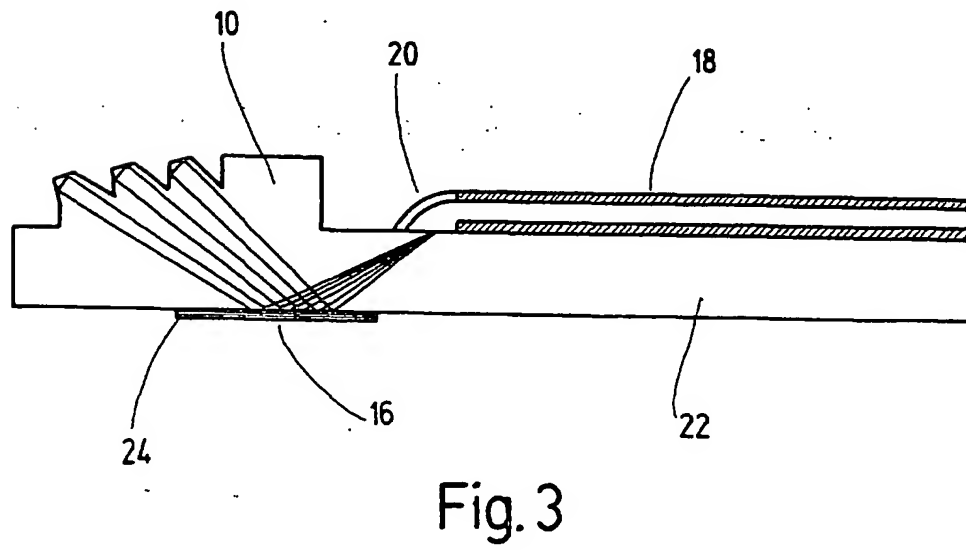
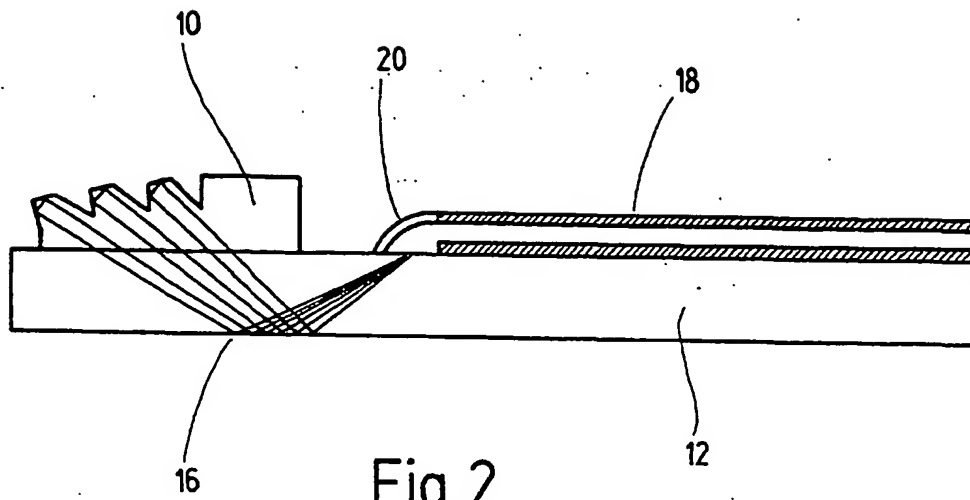
---

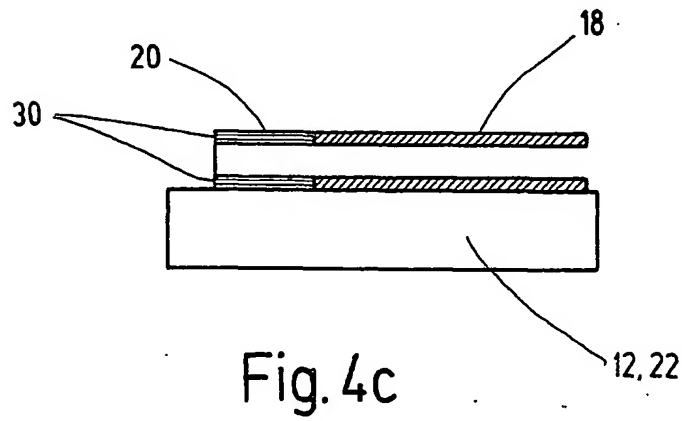
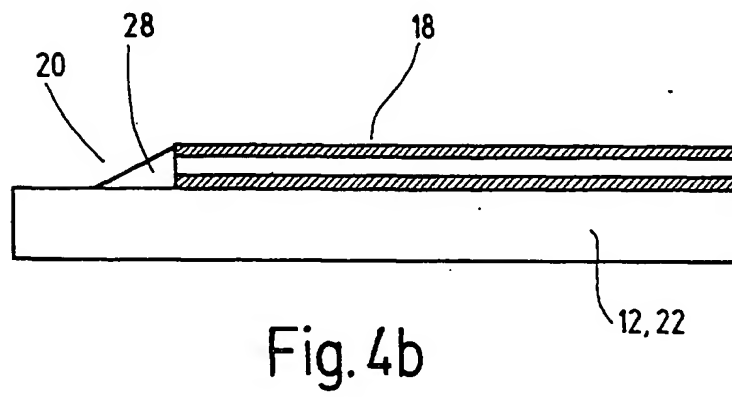
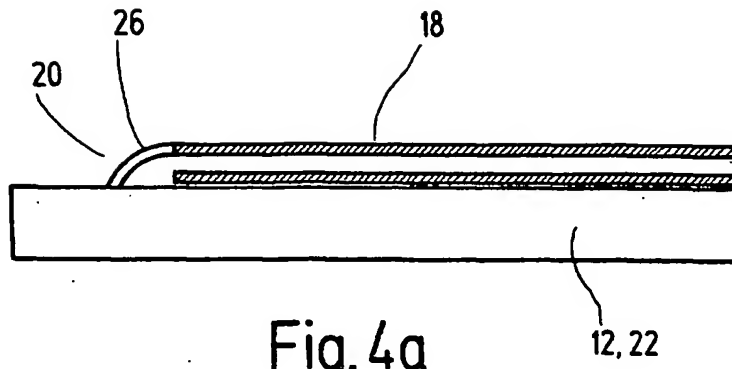
Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -









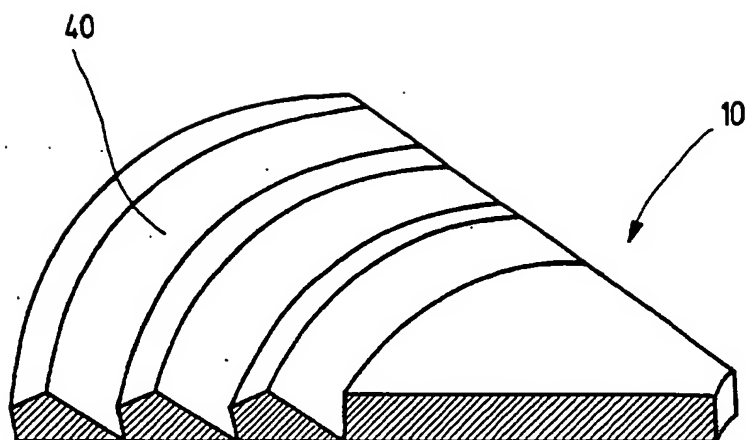


Fig. 5a

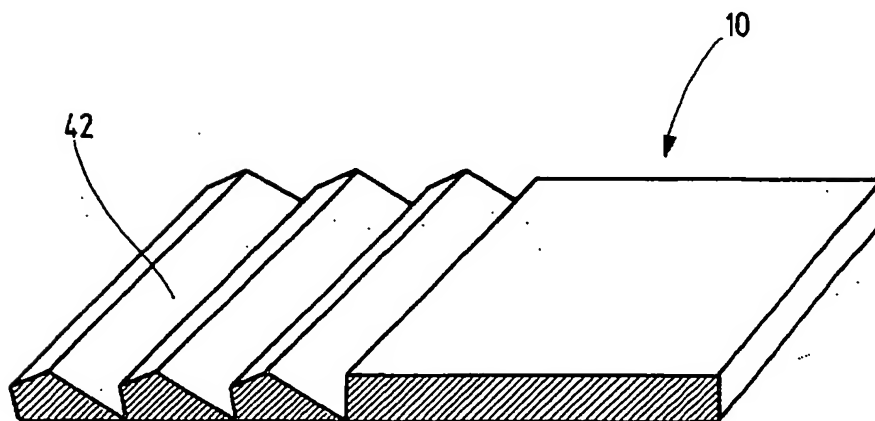


Fig. 5b

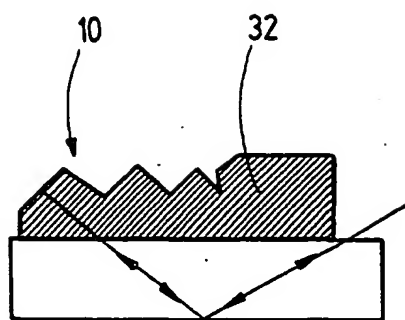


Fig. 6a

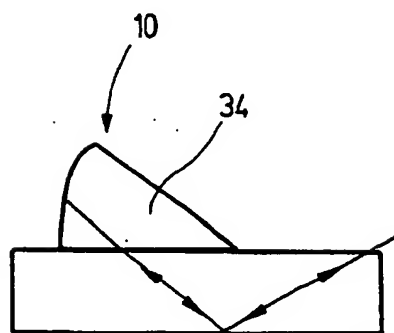


Fig. 6b

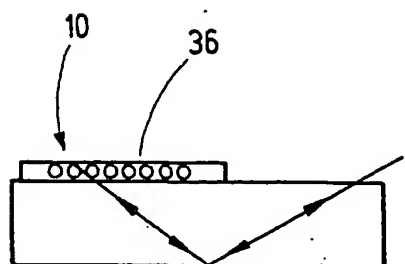


Fig. 6c

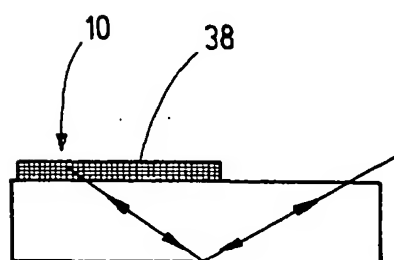


Fig. 6d

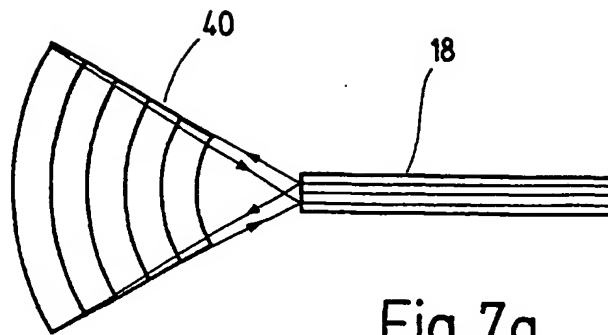


Fig. 7a

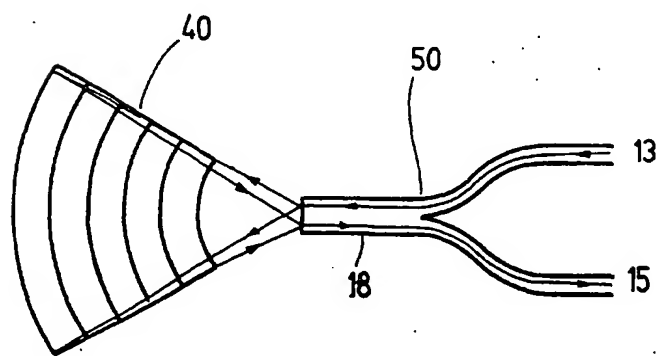
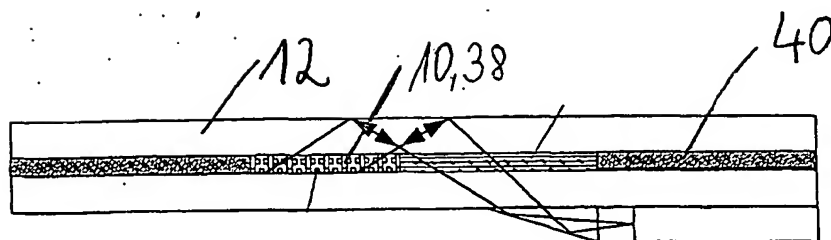


Fig. 7b

Figur 8a



Figur 8b

